



Die neue Solarfassade am Gipfelrestaurant des Klein Matterhorn. Die polykristallinen Solarmodule von Swiss Solar Systems wurden speziell für alpine Bedingungen entwickelt.

Foto: Zermatt Bergbahnen AG

Bis auf den Gipfel

Die gebäudeintegrierte Solartechnik bestimmt zunehmend die Trends in der Architektur. Und erobert neue Höhen.

Ein atemberaubender Blick auf 38 Viertausender, in 3.883 Metern alpiner Höhe: Das Matterhorn Glacier Paradise am Klein Matterhorn ist der sonnenreichste Flecken der Schweiz. Dort befindet sich ein weiträumiges Restaurant, das im Jahr rund eine halbe Million Touristen durchschleust und verköstigt. An der Südflanke des imposanten Gipfels gelegen, glänzt dieses architektonische Kleinod in mehrfacher Hinsicht: Photovoltaik auf der Südfassade versorgt das Gebäude mit Strom zum Heizen und Lüften. Der Baukörper entspricht allen Regeln der Kunst des Bauens mit der Sonne: optimierte Ausrichtung, große transparente Flächen und dicke Dämmung. Weil dieses Konzept für die alpinen Regionen im Herzen Europas ein echtes Vorbild ist, erhielt das Solarrestaurant im September den begehrten Schweizer Solarpreis für Neubauten. „Wir haben 2.500 Sonnenstunden im Jahr“, meinte

Christen Baumann, CEO der Zermatt Bergbahnen bei der Preisverleihung in Zürich. „Der Preis ist für uns die Bestätigung, dass wir auf dem richtigen Weg sind.“ Die Zermatt Bergbahnen sind Bauherr und Eigentümer des Restaurants.

Graue Würfel am Berg

Das Gebäude am Klein Matterhorn kommt unscheinbar daher. Es schließt sich an Bestandsgebäude aus den 70er Jahren an: Skilift, Werkstatt, Tunnelausgang und Garage. Scheinbar verschwinden die grauen Würfel vor den gewaltigen Felswänden des Berges. Das ist gewollt, wie Christen Baumann bestätigt. „Der graubraune Grundton verhilft dem Gebäude, sich in die Bergwelt zu integrieren“, erläutert er das architektonische Konzept. „Die Ausführungen in klaren, harten Linien und die glatte Oberfläche

sollen sich dagegen von der Sprache des Berges abheben, damit im Kontrast dazu die Felsformationen zur Geltung kommen und das Gebäude eine gewisse Selbständigkeit und Sicherheit ausstrahlt.“

Deutlich sichtbar ist die Solarfassade: Ihre steile Neigung ist mit 70 Grad so optimiert, dass die monokristallinen Module einen möglichst hohen Ertrag erzielen. Die klare Luft dämpft die Sonne kaum. Schnee und Eis wirken wie Spiegel. Sie reflektieren die Sonnenstrahlen, so dass der Solarertrag um achtzig Prozent höher ist als im Mittelland.

Eine zweite Haut

Verbaut wurden 108 rahmenlose MegaSlate-Module von 3S Swiss Solar Systems, die speziell für die rauen Ansprüche der Schweiz entwickelt wurden. Denn am Berg müssen sie Dauerfrost ebenso aushalten wie sehr hohe Temperaturen, wenn sich die Solarfassade im Sommer aufheizt. Die Module bedecken 170 Quadratmeter und liefern 22 Kilowatt Spitzenleistung. Dieser Strom treibt die Wärmepumpe und die Lüftungsanlage an, Überschüsse werden ins Netz der Zermatt Bergbahnen eingespeist. Die Fassade wurde als zweite Haut auf die thermische Hülle des Gebäudes aufgelegt. Sie wirkt wie ein thermischer Luftkollektor, denn die kalte Außenluft kann sich hinter den Solarzellen erwärmen. Auf diese Weise wird die Zuluft für das Restaurant und die Zimmer vorgewärmt. Das reduziert den Heizenergiebedarf, der sich aus den thermischen Verlusten über die Lüftung ergibt. Zudem wirkt der Luftstrom kühlend und steigert den Wirkungsgrad der Solarzellen. Damit die Fassade auch bei Windgeschwindigkeiten von bis zu 300 Kilometern pro Stunde dicht hält, wurde auf eine abgedichtete Unterkonstruktion aus Holz zusätzlich eine Haut aus Metall und Glas geklebt. Sie besteht aus einem Pfosten-Riegel-System, das in transparenten Flächen mit Glas ausgefüllt wurde.

Viel mehr als nur Strom

Die geschlossenen Flächen wurden mit Aluminiumblech und an der Südfassade mit den Solarpanels bestückt. „Gebäudeintegrierte Photovoltaik hat mindestens eine Funktion als die reine Stromerzeugung“, sagt Willi Ernst von Centrosolar. Aufmerksam beobachtet er die Entwicklungstrends der Branche. „Das kann der Wetterschutz sein oder die architektonische Gestaltung, also klassische Funktionen eines Gebäudes. Denkbar sind erstaunlich viele andere Funktionen, die Solarelemente übernehmen können: Abschirmung für elektromagnetische Strahlung, als Antenne, als Sonnenschutz und so weiter.“ Willi Ernst gilt als Frontmann der gebäudeintegrierten Solartechnik in Deutschland. So gehört er beispielsweise zur Jury des Solar Decathlon, der alljährlich in Madrid stattfindet. Im Mittelpunkt des solaren Zehnkampfs stehen solares Bauen und die Applikation von Solartechnik am Neubau und am Bestandsgebäude.

Am Klein Matterhorn wurde deutlich, was gebäudeintegrierte Solartechnik zuallererst ist: Teil eines Gebäudes. Das Solarrestaurant gilt als Paradebeispiel, um die Schwierigkeiten der Integration von Solarflächen in moderne Bauten zu zeigen. Die Solarfassade war dabei das geringste Problem,

von den hohen Windgeschwindigkeiten abgesehen, die am Berg vor allem im Herbst und im Winter auftreten. Soll heißen: Die Crux liegt nicht in der Stromerzeugung, sondern in seiner Nutzung. Denn das Solarrestaurant wird mit Wärmepumpen beheizt, deren Antriebsstrom aus der Solaranlage stammt. Um das zu gewährleisten, mussten die Architekten zunächst den Energieverbrauch sprichwörtlich in den Keller schicken.

Ein Knackpunkt waren die Fenster: „Die inneren Fenster sind dreifach verglast und die Holzelemente der inneren Schicht mit 52 Zentimetern Steinwolle gedämmt“, sagt Christen Baumann. „Durch die vorgesetzte Stahl-Glas-Haut werden die thermischen Eigenschaften zusätzlich verbessert.“ Besondere Sorgfalt galt den Wärmebrücken, also den Verbindungsbauteilen, über die kostbare Wärme nach außen gelangt. Dazu gehören die Fensterrahmen und die Türen, die Verankerung der Außenhaut in der thermischen Hülle und die Befestigung der Wärmedämmung am Baukörper.

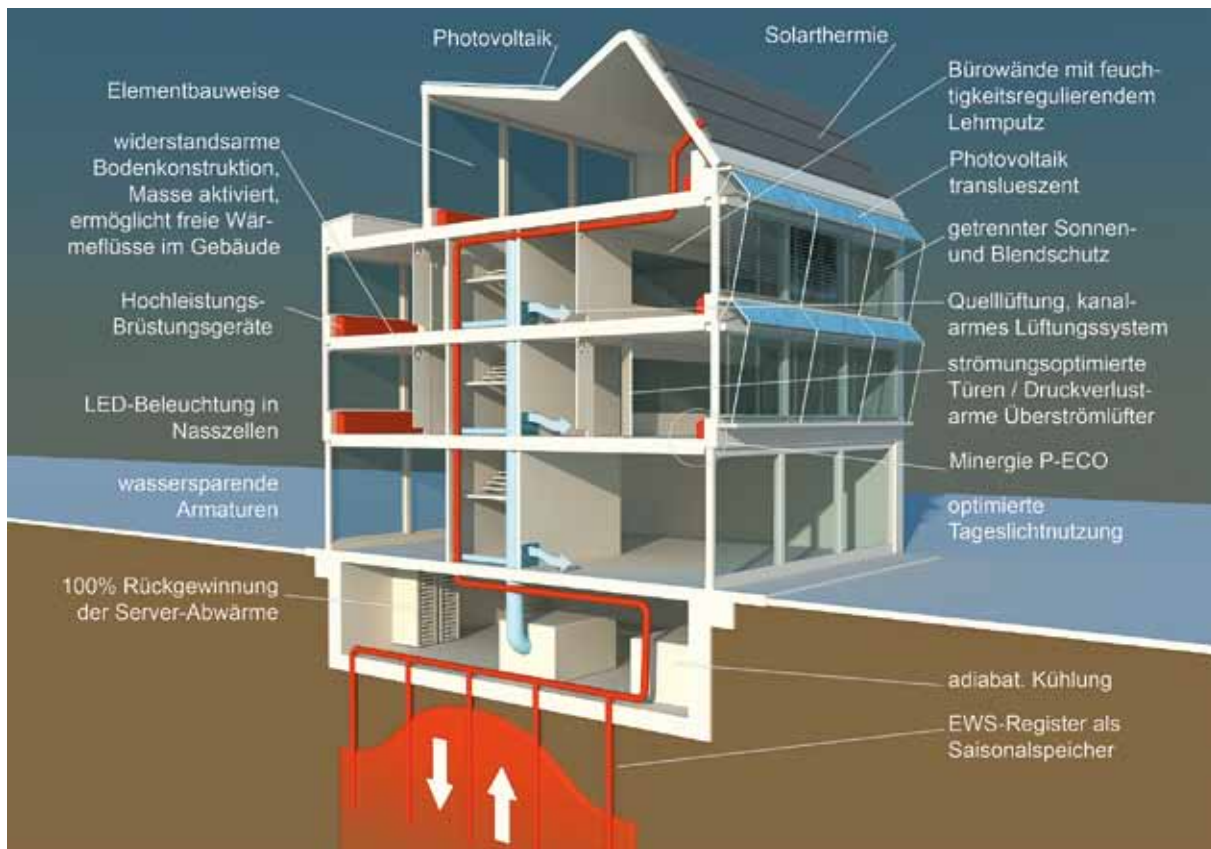
52 Zentimeter Dämmung

Auch das Dach wurde mit 52 Zentimetern eingepackt, die Bodenplatte mit zwanzig Zentimetern. Der Wärmeübergangswert der Fenster beträgt 0,78 Watt je Quadratmeter und Kelvin Temperaturdifferenz zwischen innen und außen. Die Außenwände erreichen 0,9 Watt je Quadratmeter und Kelvin, das Dach nur 0,8 Watt. Der Wärmeübergang zum Boden ist mit 1,1 Watt je Quadratmeter und Kelvin nur etwas höher. Insgesamt hat das Gebäude ein Volumen von 4.200 Kubikmetern, die Geschossfläche beträgt 1.036 Quadratmeter. Aufgrund der mächtigen Dämmung und der klugen Konstruktion der thermischen Hülle liegt der Wärmebedarf im Jahr bei rund 48 Kilowattstunden pro Quadratmeter. Für Warmwasser in der Küche und den Toiletten werden 18,4 Kilowattstunden je Quadratmeter gebraucht. Die Wärmepumpenanlage liefert Raumwärme und Warmwasser. Das dichte Gebäude muss natürlich über eine technische Lüftungsanlage mit Frischluft versorgt werden, auch brauchen die Küchen, Toiletten und Zimmer Abluftanlagen. Dafür werden im Jahr 15,8 Kilowattstunden pro Quadratmeter benötigt.

Den größten Posten im Energieverbrauch bilden die elektrischen Geräte, die mit 76,5 Kilowattstunden pro Jahr und Quadratmeter zu Buche schlagen. Die-

Bei diesem Bürogebäude in Esslingen im Kanton Zürich wird die Sonnenwärme in Erdsonden unterm Baukörper gespeichert.
Foto: Basler & Hofmann AG





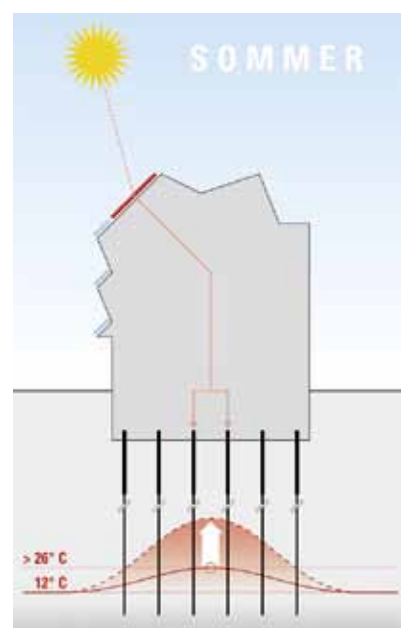
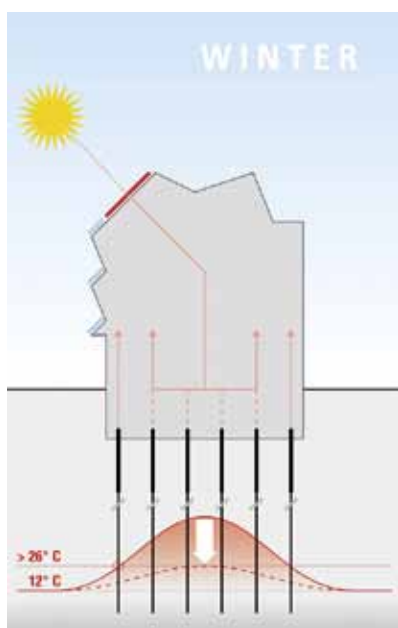
sen Strombedarf deckt das Gebäude aus dem Netz. In der Summe liegt der Energiebedarf bei 111,3 Kilowattstunden per annum und Quadratmeter.

Wer mit der Sonne baut, baut normalerweise mit großen, transparenten Flächen: Großzügige Fenster erlauben erhebliche passive Solargewinne. Weil die hohe Strahlungsintensität der Höhensonne den Bau vor allem in den Sommermonaten zu überhitzen droht, wurden die transparenten Flächen begrenzt. Der schmale Gebäudekörper erlaubt es, das einfallende Tageslicht maximal auszunutzen. An den transparenten Flächen wurde ein innen liegendes Beschattungssystem installiert. Die

Lüftungsanlagen verteilen die eingefangene Solarwärme im ganzen Gebäude. Zusammen mit der Abwärme der Gäste reicht das schon fast für ein komfortables Raumklima. Falls nicht, helfen zwei Wärmepumpen nach. Sie nutzen die Abwärme der Fortluft aus den Lüftungsanlagen.

Schritt aus dem Schatten

Führte die gebäudeintegrierte Photovoltaik bislang eher ein Dasein im Schatten, ist die Modultechnik nun so weit fortgeschritten, dass dieses Segment in Schwung kommt. Denn die Anbieter können auch



Oben: Das Esslinger Bürogebäude ist ein Paradebeispiel für solares Bauen. Links: Nutzung der Sonnenwärme aus dem Sondenfeld im Winter. Rechts: Einlagerung der Solarenergie im Sommer. Grafiken: B&H

anspruchsvolle Vorgaben der Architekten erfüllen: So sollte die Solarfassade am Klein Matterhorn möglichst homogen sein. Deshalb wurden die Module ohne Abdeckleisten montiert. Auf diese Weise entfiel auch das Problem, dass sich an den Abdeckleisten der Schnee ablagert und die Ränder der Module verschatten.

Besonders interessant ist die mehrfache Lippenichtung aus Silikon, speziell für dieses Gebäude entwickelt. Das Silikon wurde wegen der besseren Beständigkeit gegen die UV-Strahlung und die höhere Elastizität bei tiefen Temperaturen dem üblichen EPDM vorgezogen. Die Mischung musste mit allen Materialien abgestimmt werden, insbesondere mit den Glasfolien SGP im Verbundsicherheitsglas und EVA in den Solarpanels. Die Unterkonstruktion der Pfosten-Riegel-Fassade dient gleichzeitig als Luftleitblech für ein gleichmäßiges Abführen der Wärme und als Kabeltrasse für die Verkabelung der Solarpanels. „Wegen der schwierigen Montagebedingungen mussten sämtliche Verklebungen und Dichtungen im Werk erfolgen“, sagt Christen Baumann. „So mussten wir die fertigen Elemente am Bau nur noch verschrauben.“

Der Speicher ist entscheidend

Der hohe Grad der Vorfertigung wiederum garantierte eine sehr gute Qualität in der Verarbeitung und sehr kurze Installationszeiten vor Ort. Die Reinigung der Solarmodule erfolgt durch die Fenster von innen. Alle Solarpanels und Verglasungsteile können einzeln ausgewechselt werden. Durch die Montagebauweise mit vorfabrizierten Elementen kann die Immobilie jederzeit rückgebaut werden, alle Bauteile lassen sich wiederverwenden. „Die Solartechnik muss den Blick über den Tellerrand wagen“, sagt Willi Ernst. „Wir brauchen vielfältige Systeme für die Gebäude und die Architektur.“

Das Matterhorn Glacier Paradise nutzt ausschließlich Solarstrom, um die Wärmepumpen und die Lüftungstechnik zu betreiben. Als Puffer dient dabei das Netz der Bergbahnen, das Schwankungen im Strahlungsangebot und somit im Solarertrag auf-



Solarfassade in Valencia, dahinter eine Aufdachanlage: Zunehmend nutzen die Architekten die Vorzüge der Solartechnik, um ihre Gebäude aufzuwerten.
Foto: Willi Ernst

Spielend punkten



Gemeinsam gewinnen

Mit AS Solar setzen Sie immer auf die richtige Karte. Denn **zuverlässige Markenqualität** und **erstklassiger Service** sind ein Gewinn für Sie und Ihre Kunden. Wir stehen Ihnen mit **Know-how** zur Seite: Ob fachkundige Planung, technischer Support, Finanzierung oder Qualifizierung – wir lassen Sie nicht allein!

AS Solar
Sonne weitergedacht.

AS Solar GmbH, Fachgroßhandel für Solartechnik
Am Tönniesberg 4A Tel.: +49 511 475578-0
D-30453 Hannover Fax: +49 511 475578-11
www.as-solar.com info@as-solar.com

SANYO

SOLON

SCHOTT solar



SOLARWORLD



REC

Q.CELLS



SolarMax

SCHLETTNER

KOSTAL



Ein neuer Trend im solaren Bauen: Hybridkollektoren, die Strom und Wärme erzeugen. Hier bei einem Gebäude in Crossways in der englischen Grafschaft Kent.

Die Hybridsysteme stammen von der Firma Solimpeks. Sie liefern jährlich 3.400 Kilowattstunden Strom und 12.000 Kilowattstunden Wärme. Fotos: Solimpeks.



fängt. Bei einem Bürogebäude in Esslingen im Kanton Zürich haben die Architekten auf vorbildliche Weise gezeigt, dass auch die Solarthermie in der gebäudeintegrierten Solartechnik einen festen Platz hat. Wassergeführte Systeme wie thermische Sonnenkollektoren brauchen vor allem ausreichend Solarspeicher, um die hohe Sonnenwärme im Sommer aufzunehmen und in der Heizperiode zu nutzen. In Esslingen wird die Sonnenenergie in einen Erdspeicher geschickt, der sich unter dem Gebäude befindet. Ein ähnliches Speichersystem befindet sich derzeit im Bau bei einem Pionierprojekt auf dem Campus Science City der ETH Zürich. In Esslingen kommen Solarkollektoren zum Einsatz, um das Gebäude mit Wärme zu versorgen. Warmwasser spielt in Bürobauten meist nur eine untergeordnete Rolle – anders als im Solarrestaurant am Berg, wo die Küchen und Bäder einen hohen Bedarf verursachen.

Die Kollektoren fangen die Sonnenwärme im Sommer in tiefe Erdsonden ein. Im Winter wird das Wasser der Erdsonden direkt für den Heizungs-vorlauf genutzt, eine Wärmepumpe ist nicht notwendig. Reicht die Sonnenstrahlung im Winter aus, kann das erwärmte Wasser aus den Sonnenkollektoren auch direkt in das Heizsystem eingespeist werden. Das Kollektorfeld bedeckt 95 Quadratmeter auf dem Dach und ist nach Süden ausgerichtet. Die Kollektoren wurden so aufgeständert, dass sie im Winter bei niedrigem Sonnenstand möglichst viel Sonnenenergie einfangen.

Server heizen mit

Insgesamt 33 Erdsonden sind in drei konzentrischen Kreisen unter dem Baukörper angeordnet. Sie reichen 35 Meter tief in den Molassefels, um die solaren Überschüsse aus dem Sommer zwischenzulagern. Nur der innere Sondenkreis wird mit dem sonnengewärmten Wasser beladen, um die Energie im Zentrum des Speichers zu konzentrieren und den Energieverlust so gering wie möglich zu halten. Die Heizung speist sich zuerst aus den äußeren Erdsonden. Erst wenn sie die nötige Vorlauftemperatur unterschreiten, zapft das Heizsystem die inneren Sonden an. Der Vorlauf der Heizung wird mit 26 Grad Celsius bedient, das ist wahrscheinlich ein neuer Tiefstrekord bei wassergeführten Heizsystemen in Zentraleuropa.

Der Esslinger Bürokomplex, der im September bezugsfertig wurde, nutzt überdies die Abwärme aus den Servern, um Heizwärme zu gewinnen. Die Computer werden über ein adiabatisches Wassertanksystem gekühlt. Die Server sind in geschlossene

Racks eingebaut. Damit lassen sie sich in die Gebäudetechnik einbinden. Ihre Abwärme wird direkt nutzbar. Die Server-Racks werden im Sommer mit dem Rücklauf des Kühlwassers und im Winter mit dem Rücklauf des Heizungswassers mit 26 Grad Celsius durchflossen. Die Serverabluft erwärmt das Wasser um bis zu zwei Kelvin und unterstützt im Winter auf diese Weise die Heizung.

Eine Photovoltaikanlage, die in die Gebäudehülle integriert ist, deckt den Strombedarf für Gebäudetechnik und Beleuchtung. Die Hauptfassade des Gebäudes ist nach Süden orientiert und als Doppelfassade konzipiert. Vor der stark gedämmten inneren Holzelementfassade spannt sich eine Hülle aus Solarzellen und Fenstern mit Dreifachverglasung. Die Solarzellen bedecken rund 200 Quadratmeter, die in die Gebäudehülle integriert sind. Das Gebäude entspricht dem Minergie-P-Eco-Standard – dem Schweizer Label vergleichbar dem deutschen Passivhausstandard.

Dass Kühlsysteme, Speicher und Solartechnik miteinander verschmelzen, hat auch der Solar Decathlon im Sommer in Madrid gezeigt. „Dort gab es den Innovationspreis der Jury für ein Hybridsystem“, sagt Willi Ernst, der sich alle Projekte angesehen hat. „Eine französische Gruppe aus Bordeaux hat ein Konzentratormodulsystem auf das Dach eines Bungalows gesetzt, das die Sonne über nachgeführte Spiegel nutzte.“

Rollende Spiegel auf dem Dach

Die Spiegel werden von Betonbügeln gehalten, die mit einem Hydraulikzylinder und einem Computer angesteuert werden. Je nach dem Lauf der Sonne rollt dieser Betonbügel über das Dach. Weil der Spiegel das Sonnenlicht konzentriert, braucht man spezielle Solarzellen, die die hohen Temperaturen aushalten. Diese Zellen werden mit Wasser geführt, das mit der Abwärme rund 70 Grad Celsius bereitstellt. „Damit kann man den Warmwasserbedarf eines Gebäudes decken, aber auch die Raumwärme wesentlich unterstützen“, sagt Ernst. Für ihn sind Leuchtturmprojekte wie in Zermatt oder Esslingen ein Denkanstoß. „Leider kennen die Architekten meist nur blaue, rechteckige Platten, wenn von Solartechnik die Rede ist. Deshalb verstecken sie die Solaranlagen oft unsichtbar auf dem Dach.“

Obwohl es zunehmend Beispiele für gelungene Solarfassaden gibt, wird die gebäudeintegrierte Solartechnik weiterhin von Kollektoren und Modulen auf dem Dach dominiert. Willi Ernst fordert, sie zumindest sichtbar zu machen, entweder als Indachlösung oder als transparentes Schutzdach. „Die Solarelemente müssen das klassische Schutzdach ersetzen“, fordert er. „Das hat wirtschaftlich den Vorteil, die Dachdeckung einzusparen und gegen die Investition in Solaranlagen zu rechnen. Und man kann dadurch gefällige Optik erzielen, bis hin zu semitransparenten oder transparenten Dächern, die das Tageslicht weitgehend ausnutzen und zugleich Strom erzeugen.“

Centrosolar hat in der Nähe von Paderborn semitransparente Module benutzt, um ein offenes Parkdeck zu überdachen. Die Anlage besteht aus kristallinen Modulen mit einer Gesamtleistung von 125 Kilowatt. Die Module sind mit



Vom Parkdeck zum Parkhaus: Im Sinne des EEG handelt es sich dabei um ein Gebäude, denn die Module erfüllen auch eine Schutzfunktion: wie ein klassisches Dach.
Foto: Willi Ernst

transparentem Tedlar als Rückseitenfolie gemacht, nicht mit weißer oder schwarzer Folie oder Glas. Das Deckglas ist mit einer Antireflexbeschichtung versiegelt. „Diese 220-Watt-Module kosten pro Stück nur fünf Euro mehr als Glas-Glas-Module“, rechnet Ernst vor. „Bei diesem Parkhaus braucht man tagsüber keine künstliche Beleuchtung. Außerdem sieht man von unten: Das ist ein Solardach. Derzeit stellen wir daneben eine Elektrotankstelle auf, um die klare Verbindung der Solartechnik mit dem Verkehr zu zeigen. Das haben wir mit einem privaten Investor gemacht, der die Dachfläche mietfrei bekommt und das Projekt aus der Einspeisevergütung refinanziert.“

Für die Statik wurden Stahlträger eingezogen. Ernst denkt schon weiter: „Man könnte solche Systeme ohne Weiteres als Carports oder überdachte Parkplätze aufbauen, etwa für ein Kongresscenter oder einen Supermarkt. Dann könnte man die Parkplätze gegen Regen oder Sonnenhitze schützen und gleichzeitig Sonnenstrom erzeugen. Es geht darum, Investoren zu ermutigen, diesen Weg mitzugehen. Die Technik dafür ist vorhanden und ausgereift.“

Ein Glasdach für Autos

Da die Stahlkonstruktion ein Dach gegen Regen oder Sonne trägt, ist es eindeutig ein Gebäude im Sinne der Einspeisevergütung. Dass dieses Dach eine Solaranlage ist, spielt dabei keine Rolle. Diskussionen gab es bezüglich der Verglasung, weil gemäß den Bauvorschriften bei Überkopfverglasung ein Drahtglas oder ein Verbundsicherheitsglas verwendet werden muss. „In derselben Richtlinie steht aber auch, dass man ein Sicherheitsnetz unter die Glasfläche hängen kann, mit weniger als 40 Millimeter Maschenweite“, sagt Willi Ernst. „Das haben wir gemacht, und damit war die Sache genehmigungsfähig. Glas-Glas-Module wären viel schwerer geworden, wir hätten sie anders auflagern müssen. Das Projekt wäre viel teurer geworden und damit nicht mehr refinanzierbar.“

HEIKO SCHWARZBURGER